



IMPACTOS EM VEGETAIS CRESCIDOS EM SOLO CONTAMINADO POR METAIS PESADOS ENCONTRADOS EM LIXO URBANO

Verdot, M.F.¹

Sousa, A.V.G.^{1,2}; Crespo, M.L.L.¹.

1. Universidade Presbiteriana Mackenzie, Laboratório de Ciências Biológicas, São Paulo, SP, Brasil; 2. Universidade Guarulhos, Guarulhos, SP, Brasil. mfverdot@gmail.com

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de um país e o aumento de sua população são acompanhados pela poluição que pode chegar a afetar não apenas os indivíduos isolados, mas todo o ecossistema (Arndt, *et al.*, 1995). A poluição exerce um efeito global sobre o meio ambiente, uma vez que a contaminação dos vegetais pode afetar todos os organismos dependentes destes. O solo poluído pela atividade industrial ou agrícola contribui para uma rápida degradação do ecossistema (Sengupta, 1993). Os detritos acumulados ao serem removidos sofrem processos químicos de transformações desfavoráveis que podem dizimar parte da biota; ou então acumulam - se nos organismos, aumentando sua tolerância, mas trazendo conseqüências deletérias.

O lixo é material rico não só em matéria orgânica como também em micronutrientes e metais pesados. Estes são provenientes da solubilização dos resíduos e constituem a maior fonte poluidora inorgânica de solos e águas (Shokes & Möller, 1999).

Existem equipes de pesquisadores que procuram encontrar seres capazes de despoluir o solo, como é o caso da *Eichhornea crassipes* - os aguapés, aplicados para despoluição de ambientes aquáticos. Esses processos devem ser aplicados com cautela, pois o aguapé costuma crescer muito, podendo fechar a superfície livre da água, e matar animais e vegetais com vida submersa.

Muitos métodos ainda estão em desenvolvimento. A biorremediação é um processo mais barato, porém, feito a longo prazo (Burken, 2002). É interessante mencionar o trabalho de Abrabi (2004) que, usando *Escherichia coli*, conseguiu modificar geneticamente a *Arabidopsis thaliana*, que então, consegue absorver o arsênico do solo. No Brasil, no Vale do Ribeira, localizam - se mineralizações auríferas associadas a veios de quartzo e sulfetos, hospedados em rochas metabásicas (Sakuma *et al.*, 003). Um dos efeitos comuns provocados pelo arsênico é a redução de ATP, afetando, portanto, todas as funções celulares dependentes de ATP (Sakuma *et al.*, 003).

Dependendo da técnica a ser empregada, a fitorremediação

pode ser classificada de acordo com a sua natureza química ou dos poluentes. As raízes podem absorver o contaminante, passar para o caule e, daí, para as folhas. A fito - estabilização usa plantas para melhorar as condições do solo. Uma vez no solo, os metais pesados tendem a ligar - se às argilas; se ficarem na superfície do solo, o perigo é bem menor, pois ao se aprofundarem, contaminam o lençol freático (Hortirelva, 2004). Uma vantagem da fitorremediação é poder ser controlada com mais facilidade (Anselmo & Jones).

Malavolta (1994) cita que alguns elementos podem ser absorvidos pelas raízes, mas que não são transportados para as partes aéreas, como no caso do chumbo (Pb), enquanto outros como, por exemplo, o zinco (Zn), o níquel (Ni), e o manganês (Mn), são capazes de invadir qualquer parte do vegetal; no entanto, os efeitos de contaminantes aéreos sobre as espécies, assim como seu grau de tolerância ainda não são conhecidos. Sabe - se, porém, que os metais pesados podem causar o escurecimento, espessamento e inibição do crescimento em vegetais (Hortirelva, 2004). No Brasil, estes estudos sendo realizados nos Institutos de Pesquisa e avançando cada vez mais.

OBJETIVOS

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar o acúmulo de Cu, Ni, Pb, Cd, Fe, Mg e Co em solo contaminado por lixo urbano, assim como o efeito destes no desenvolvimento dos vegetais.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo contaminado por lixo urbano foi recolhido no dia 3 de abril de 2009 no Aterro de Resíduos Sólidos Domésticos de Mogi das Cruzes-SP. Foram coletadas amostras à aproximadamente 15 cm de profundidade e, em três locais diferentes do Aterro: próximo ao rio Tietê, cerca de 20 metros de distância do rio Tietê e solo situado em região em processo de remediação.

A análise dos metais foi feita através da técnica de digestão ácida da seguinte forma: primeiramente as amostras de solo coletas e o solo de composição orgânica tipo Biomix (considerado controle) foram secas em estufa à 100°C; depois de secas e frias, foram pesadas 5,0 g de cada amostra e colocadas em béquers de 250 mL adicionando - se 60 mL de Ácido Nítrico (HNO₃) na concentração de 1:1. As amostras foram mantidas em digestão, em chapa aquecida durante uma hora. Após o aquecimento, os béquers foram retirados da chapa e cada frasco recebeu 5 mL de peróxido de hidrogênio (H₂O₂); retornando para a chapa até que todo o oxigênio fosse liberado. Uma vez frias, as amostras foram filtradas em funil com papel de filtro WHATMAN 41; o filtrado foi colocado em um balão volumétrico de 100 mL e o volume completado com água deionizada até o menisco do balão. Nas amostras foi feita a análise quantitativa dos metais Cu, Ni, Pb, Cd, Fe, Mg e Co por Espectrofotometria de Absorção Atômica. Os resultados foram comparados com os valores orientadores (valores de referência de qualidade, valores de prevenção e valores de intervenção) adotados para o estado de São Paulo pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB).

Para a semeadura, usaram - se vasos pequenos, organizados em 4 lotes de 10 vasos cada. O Lote 1 foi considerado o controle e recebeu o solo de composição orgânica tipo Biomix; o Lote 2 foi preenchido por solo colhido próximo ao Rio Tietê; o Lote 3 recebeu solo colhido mais distante do rio (cerca de 20 metros); e o Lote 4 foi preenchido com solo do mesmo Aterro, trazido de região em processo de remediação. Cada vaso recebeu quatro sementes de *Phaseolus vulgaris* L. adquiridas em comércio especializado. Os vasos foram mantidos no Viveiro de Plantas da Universidade Presbiteriana Mackenzie, em temperatura ambiente e regados quando necessário. Considerou - se germinada a semente que emergiu do solo.

As observações foram diárias e as alterações teratológicas na morfologia foram documentadas por meio de fotos, desenhos ao natural e ao microscópio estereoscópico.

Os estudos morfológicos foram feitos em plantas vivas e em material fixado em FAA 50 (Johansen, 1940) e conservado em álcool etílico a 70% (Jensen, 1962).

RESULTADOS

As dosagens de metais pesados encontradas nos quatro tipos de solos foram comparadas com os valores de referência de qualidade propostos pela CETESB (2005). Todas as amostras de solo apresentaram concentrações de Co e Cu dentro dos referidos valores de referências de qualidade, enquanto que o Cd que revelou dosagens maiores, inclusive superiores ao teor de alerta de prevenção, fato que pode trazer alterações para o solo.

As amostras de solo controle e em processo de remediação apresentaram valores de Pb próximos ao aceitável; o solo próximo ao rio e o distante do rio apresentaram concentrações muito superiores; o nível de Pb encontrado neste último também está superior ao nível de alerta de prevenção. Altas concentrações de Pb podem estar relacionadas aos efeitos teratológicos encontrados nas plântulas de *Phaseolus vulgaris* L.

Os teores de Ni mostraram - se dentro dos valores de referência de qualidade sugerido pela Cetesb em 2005; com exceção da amostra de solo controle que apresentou índices muito superiores, inclusive dos teores de alerta de prevenção. No entanto, este lote apresentou bom índice de produção, sem alterações teratológicas, contrariando a afirmação de Berton e col. (2006) que mencionam que o excesso desse metal pode causar letalidade.

Em relação aos teores de Fe e Mg, não foram encontrados valores de referência que pudessem ser comparados com os obtidos neste trabalho.

A taxa de germinação no lote 1 foi de 60%, enquanto que no lote 2, 3 e 4 foi respectivamente de 7,5%, 5% e 10%. O alto índice de germinação no solo controle pode estar relacionado à fórmula Biomix que apresenta materiais orgânicos humificados com concentrações de micronutrientes e macronutrientes, casca de pinus compostada, vermiculita expandida e adição de NPK que são substâncias indispensáveis ao desenvolvimento dos vegetais. O fato do solo próximo ao rio Tietê apresentar taxa de germinação superior ao solo distante do rio pode estar relacionada a “lavagem” do solo pela corrente de água, que deve carregar resíduos de metais pesados de forma a estar contribuindo para o desenvolvimento dos vegetais nesta área. A baixa taxa de germinação no solo em processo de remediação e os resultados obtidos das concentrações de metais pesados, sugerem que esta região ainda apresenta contaminação por lixo urbano, assim como as outras regiões do Aterro.

Nas folhas das plantas cultivadas no lote 1 não foram observadas alterações no tamanho, formato ou cor. As nervuras seguiram os padrões normais citados para *Phaseolus vulgaris* L. Já as plantas cultivadas nos Lotes 2, 3 e 4 apresentaram sinais de clorose nas nervuras e nas áreas internervurais; ressalta - se também da lâmina foliar. Segundo Peres (2002), este efeito pode estar relacionado ao metabolismo do magnésio; Mourato & Martins (2007) também citam a clorose como um fato ligado ao metabolismo do cádmio.

Alguns efeitos teratológicos muito frequentes foram o aspecto bolhoso e as alterações nos formatos das folhas, observadas em plantas crescidas nos solos coletados no Aterro. Estes fatos podem estar relacionados ao teor de magnésio, um dos componentes das paredes celulares (Peres, 2002); este nutriente pode ter afetado o desenvolvimento das paredes das células das nervuras as quais, não se expandiram o suficiente, provocando não só o aspecto bolhoso da lâmina foliar bem como malformações nas citadas regiões nervurais. Os efeitos do magnésio podem também estar ligados ao tamanho reduzido de algumas folhas de plantas crescidas em solos provenientes do Aterro.

CONCLUSÃO

Os metais pesados em altas concentrações causam efeitos deletérios nos vegetais, trazendo prejuízos para a agricultura e o meio ambiente.

Agradecimentos ao PIBIC pela bolsa de iniciação científica, e à Universidade Presbiteriana Mackenzie pelo apoio à pesquisa e suporte dado durante o desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

- Abrabi. **Planta transgênica.** Disponível em: <http://www.abrabi.org.br/planta-transgenica>. Acesso em: 16 ag. 2004.
- Anselmo, A.L.F. & Jones, C.M. **Fitorremediação de solos contaminados-O estado da arte.** XXV Encontro Nac. de Eng. De Produção-Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out. a 1º nov. de 2005.
- Arndt, U; Flores, F; Westein, L. **Efeitos do flúor sobre as plantas: diagnose de danos na vegetação do Brasil.** Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS. 1995.
- Berton, R.S.; Pires, A.M.M.; Andrade, S.A.L.; Abreu, C.A.; Ambrosano, E.J.; SILVEIRA, A.P.D. **Toxicidade do Níquel em plantas de feijão e efeitos sobre a microbiota do solo.** Pesquisa agropecuária Brasileira, Brasília, v.41, n.8, p.1305 - 1312, ago. 2006.
- Burken, J.B. **VOCs - Fate and partitioning in vegetation: Use of tree Cores in Groundwater Analysis.** Environmental Science Technology, v.36, n. 21, p. 4663 - 4668. 2002.
- CETESB, 2005. DECISÃO DE DIRETORIA Nº 195 - 2005 - E, de 25 de novembro de 2005. Dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo.
- Hortirelva, V.A. **Macrófitas em tratamento de água.** Disponível em: <http://www.hortirelva.pt/etares.htm>.
- Acesso em: 10 set. 2004.
- Jensen, W.A. **Botanical histochemistry: principles and practice.** San Francisco, W.H. Freeman and Company. 1962.
- Johansen, D.A. **Plant micotechnique.** New York, McGraw - Hill Book Company Inc.1940.
- Kozlowski, T.T. & Pallrady, S.G. **Growth control in wood plants.** Academic Press: London. 1997.
- Malavolta, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados, mitos, mistificações e fatos.** São Paulo: ProduQuímica, 1994, 153p.
- Mourato, M.P & Martins, M.L.L. **Plantas e meios contaminados por metais pesados. Ciclo de conferência-Uma aproximação à investigação.** ISA, 22 de abril de 2008.
- Peres, L.E.P. **Nutrição mineral de plantas, 2002** (Apostila).
- Sakuma, A.M.; Capitani, E.M.; Tiglia, P. **Arsênio In: Azevedo, F.A. de; Chasin, A.A.M. Metais. Gerenciamento da Toxicidade.** Atheneu Intertox: São Paulo. 2003.
- Sengupta, M. **Environmental impacts of mining, estiation, and control.** Boca Raton: Lewis, 1993.
- Shokes, T.E., Moller, G. **Removal of dissolved heavy metal from acid rock drainage using iron metal.** Environ. Sci. Tech. 3354 (1999), p. 282 - 287.